

Tiina Penttilä

Teollisen kaasuverkoston suunnittelu

Opas suunnittelijalle ja verkoston käyttäjälle

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan Tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka

Tekijä: Tiina Penttilä

Työn nimi: Teollisen kaasuverkoston suunnittelu

Ohjaaja: Pasi Junell

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: 4

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä yhteen oleelliset asiat teollisuuskaasuverkoston suunnittelua, toteutusta ja käyttöä varten. Tärkeimpänä ajatuksena oli koostaa selkeä kokonaisuus keskeisimmistä määräyksistä, ohjeista ja standardeista suunnittelun helpottamiseksi. Työn tarkoituksena oli tuoda esille turvallisuuteen liittyviä asioita, mitkä liittyvät eri kaasujen ominaisuuksiin ja niiden käyttöön teollisuudessa.

Päivittyvien ohjeiden ja standardien keskellä saattaa toteutusvaiheessa ilmetä ikäviä yllätyksiä, jos tietoa uusimmista määräyksistä ja vaatimuksista ei ole käytössä jo suunnitteluhetkellä. Suunnittelijan vastuulla onkin viimeisimpien määräyksien päivittäminen ja niiden mukaisesti toimiminen. Kun perusasiat kaasujen käsittelyn turvallisuudesta on tiedossa, on kaasuverkoston tilaajan myös helpompi ymmärtää, miksi kannattaa panostaa laadukkaaseen ja toimintavarmaan kaasuputkistoon.

Verkostokokonaisuuden onnistuminen on usean tekijän summa, suunnittelusta toteutukseen. Kokonaisuuden hallinnassa yhteistyön tärkeys suunnittelijan, viranomaisen ja tilaajan kesken korostuu.

Avainsanat: kaasuputki, painelaitteet, suunnittelu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: HVAC Technology

Author/s: Tiina Penttilä

Title of thesis: Design of an Industrial Gas Pipeline

Supervisor(s): Pasi Junell

Year: 2018

Number of pages: 46 Number of appendices: 4

The purpose of this thesis was to collect information on designing and constructing an industrial gas distribution system. This thesis was written to help designers and buyers to understand all the requirements set for designing and constructing a gas pipeline. When the system has been properly made it is easy to handle and use, it saves money and it is safe to use.

There are many controls and inspections required by the law before a pipeline is ready for use. It is the designer's responsibility to be aware of the latest requirement updates and to act accordingly. When also the customers know the basic safety, issues concerning the handling of gases, it is easier for them to understand why it is profitable to invest in quality and reliability.

The success of the network entity is a sum of several factors, starting from design to a finished gas network. Co-operation between designers, authorities and subscribers is crucial.

Keywords: industrial gases, pressure equipment, design

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| SISÄLTÖ | 4 |
| Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo | 6 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet | 7 |
| 1 JOHDANTO | 9 |
| 2 KAASUVERKOSTO VAI YKSITTÄISET PULLOT? | 10 |
| 3 TEOLLISUUSKAASUT JA NIIDEN OMINAISUUDET | 12 |
| 3.1 Yleistä | 12 |
| 3.2 Kaasujen ryhmittely ominaisuuden mukaan | 13 |
| 4 VAATIMUKSET KAASUNJAKELUJÄRJESTELMILLE | 14 |
| 5 SUUNNITTELU | 15 |
| 5.1 Kaasukeskuksen mitoitus..... | 15 |
| 5.2 Kaasukeskuksen sijoitus | 15 |
| 5.2.1 Sijoitukseen liittyvät viranomaismääräykset | 15 |
| 5.2.2 Nestemäisen kaasun säiliöt ja niiden sijoitus | 16 |
| 5.2.3 Sijoitus sisätilaan | 16 |
| 5.2.4 Sijoitus ulkopuolelle | 17 |
| 6 KAASUKESKUSJÄRJESTELMÄ | 20 |
| 6.1 Kaasukeskuksen pääosat | 20 |
| 6.2 Kaasukeskus..... | 20 |
| 6.3 Jakeluputkisto | 21 |
| 6.4 Kaasunottopisteet | 21 |
| 7 PUTKISTON MITOITUS | 23 |
| 7.1 Mitoituksen periaate | 23 |
| 7.1.1 Putkistosuunnitelma..... | 23 |
| 7.1.2 Suunnittelu- ja käyttöpaine..... | 24 |
| 7.1.3 Putkistokanavat..... | 24 |
| 7.1.4 Materiaalivalinta | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 7.1.5 | Putkiston vaatimustenmukaisuuden arviointi | 26 |
| 7.2 | Putkiston mitoitus | 29 |
| 8 | PUTKISTON PESU (HAPPIPESU) | 30 |
| 9 | KAASUNJAKELUJÄRJESTELMÄN ASENNUS | 31 |
| 9.1 | Asennustyö | 31 |
| 9.2 | Putkiliitokset ja -varusteet | 32 |
| 9.3 | Putkimerkinnot | 32 |
| 9.4 | Puhtaaksi puhallus | 32 |
| 10 | Loppuarviointi..... | 34 |
| 10.1 | Paine- ja tiiveyskoe | 34 |
| 10.2 | Puhtaus- ja toimintatarkastus..... | 34 |
| 10.3 | Merkintöjen tarkastus | 35 |
| 10.4 | Käyttöohjeiden tarkastus ja käyttöönotto | 35 |
| 10.5 | Vaatimustenmukaisuusvakuutus ja loppudokumentointi | 36 |
| 11 | KAASUKESKUKSEN KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO..... | 37 |
| 12 | KAASUKESKUKSEN TARKASTUS..... | 38 |
| 12.1 | Tarkastusvelvollisuudet..... | 38 |
| 12.2 | Ensimmäinen määräaikaistarkastus | 38 |
| 12.3 | Määräaikaistarkastus | 39 |
| 13 | VAARANLÄHTEDEN TUNNISTAMINEN | 40 |
| 14 | LASERKAASUVERKOSTON ERIKOISHUOMIOT | 42 |
| 15 | YHTEENVETO..... | 44 |
| | LÄHTEET | 45 |
| | LIITTEET | 47 |

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Pullopaketti (Oy AGA Ab). | 10 |
| Kuva 2. Nestemäisen kaasun säiliöt (Oy AGA Ab Kurssi nro. 101). | 16 |
| Kuva 3. Kaasukontti (Oy AGA Ab). | 18 |
| Kuva 4. Kaasukeskus (Oy AGA Ab 2011)..... | 20 |
| Kuva 5. Kaasukeskusten korkeapainevarusteet (Oy AGA Ab 2011)..... | 21 |
| Kuva 6. Kaasunottopisteet yhdelle käyttöpisteelle (vasemmalla), kahdelle käyttöpisteelle (oikealla) (Oy AGA Ab. Kaasukeskusjärjestelmät tuoteluettelo 2011)..... | 22 |
| Kuvio 1. Kaasukeskusjärjestelmä (Oy AGA Ab. Gas supply equipment for industrial gas installations, 2011)..... | 11 |
| Kuvio 2. Kaasujen ryhmittelykriteerit (Oy AGA Ab. Kaasujen turvallinen käsittely). | 12 |
| Kuvio 3. Kaasukontti (Oy AGA Ab. Kaasujen turvallinen käyttö)..... | 17 |
| Kuvio 4. Nestekaasun paineenvaihtelu (Oy AGA Ab. Kurssi nro. 101). | 19 |
| Kuvio 5. Putkisto, jossa on ryhmän 1 kaasusisältö (983/1999 liite 2, kuva 6). | 27 |
| Kuvio 6. Putkisto, jossa on ryhmän 2 kaasusisältö (938/1999 liite 2, kuva 7). | 28 |
| Kuvio 7. Kuvio kaasujen riskeistä (Oy AGA Ab. Kurssi nro. 101)..... | 40 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

| | |
|----------------------------|---|
| ATEX | Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 1999/92/EY (työolosuhtedirektiivi), jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja tiloissa käytettäviä laitteita. |
| CE -merkintä | Merkintä, josta säädetään tiettyjen tuotteiden varustamisesta CE-merkinnällä annetussa laissa (1376/1994). |
| DN | Nimellissuuruus, putkistojärjestelmän kaikille osille yhteistä koon numeerista esitystapa. |
| Hyväksytty tarkastuslaitos | Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) hyväksymät tarkastus- ja arviointilaitokset sekä valtuutetut laitokset, mm. Inspecta Oy, Polartest Oy. |
| Kaasukeskus | Paikka, jossa kaasupullot on koottu yhteen paikkaan tai useampaan ryhmään. Kaasu johdetaan kaasukeskukselta jakeluverkostoon keskipaineputkella tai -letkulla. |
| Keskipaineputki/-letku | Jakeluputkiston osa keskussäätimen ja jakeluputkiston välillä. |
| Keskussäädin | 1- tai 2-portainen säädinyksikkö, joka alentaa pullo- / pullopakettipaineen verkostopaineeksi. |
| NDT-tarkastus | Rikkomaton aineenkoetus. |
| Paine | Paine suhteessa ilmakehän (1 013mbar) paineeseen. |

| | |
|----------------|--|
| PED | 2014/68/EU Painelaitedirektiivi |
| Painelaite | Säiliöitä, putkistoja, varolaitteita ja paineenalaisia lisälaitteita. |
| REACH - asetus | AN:o 1907/2006 (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) |
| PI- | Putkitus ja instrumentointikaavio. |
| Putkisto | Putket ja putkiston osat sekä varusteet. |
| Polttokaasu | Vety, asetyleeni, nestekaasu (lisäksi seokset). |
| Riskianalyysi | Vaarojen tunnistaminen ja tarvittavat riskienhallintatoimenpiteet. |
| SFS | Suomen Standardisoimisliitto SFS ry |
| SFS-EN | Suomessa voimassa oleva eurooppalainen standardi. |
| SFS-ISO | Suomessa voimassa oleva kansainvälinen standardi. |
| Takaiskusuoja | Varolaite, joka sulkee kaasunsyötön takaisku- ja ylikuumenemistilassa. SFS 5900 vaatii neljätoimintoisen takaiskusuojan. |
| Takatulisuoja | Varolaite, joka estää laitteiden puutteellisen kunnon tai virheellisen käytön aiheuttaman hapen takaisinvirtauksen polttokaasuletkuun. |
| Varolaite | Suojaa painelaitteita sallittujen raja-arvojen ylittymiseltä. |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoitus oli koota lähinnä suunnittelijoille koostettu ohje teollisuuskaasuverkoston suunnittelua varten sekä ohjeiden lisäksi kertoa myös niistä huomioon otettavista asioista, joita teollisuuskaasuverkostoa suunnittelevan tulisi tietää.

Opinnäytetyössä on myös pyritty tuomaan myös esille niitä asioita, joista kaasuverkoston tilaajaa olisi hyvä tiedottaa ennen kaasuverkoston tilaamiseen ryhtymistä. Hyvin suunniteltu kaasuverkosto voidaan pilata huonosti rakennetulla putkistolla. Tähän vaikuttaa erityisesti materiaalivalinta ja käytetty toteutustapa. Kokonaisuudessaan mietitty ja hyvin toteutettu kaasuverkosto on pitkäikäinen, turvallinen ja rahaa säästävä.

Kaasuverkoston suunnittelua, toteuttamista sekä käyttöä ohjaavat lait, standardit ja ohjeet. Tässä työssä on niitä käsitelty yleisellä tasolla siten, että jokaisen kaasun kohdalla täytyy varmistaa kaasukohtaiset standardit, ohjeet ja turvallisuustiedotteet ja toimia niiden mukaisesti. Esimerkiksi asetyleenin kohdalla on huomioitava juuri tälle kaasulle esitetyt poikkeavat erityisvaatimukset. Opinnäytetyö on laadittu laadintahetkellä olevien määräysten ja ohjeiden perusteella. Jokaisen suunnittelijan ja kaasuverkoston käyttäjän on huolehdittava siitä, että heillä on viimeisimmät määräykset käytössään.

Tähän opinnäytetyöhön on sisällytetty lisäksi myös pieni katsaus laserkaasuverkostoista, jotka ovat käytössä teollisuudessa.

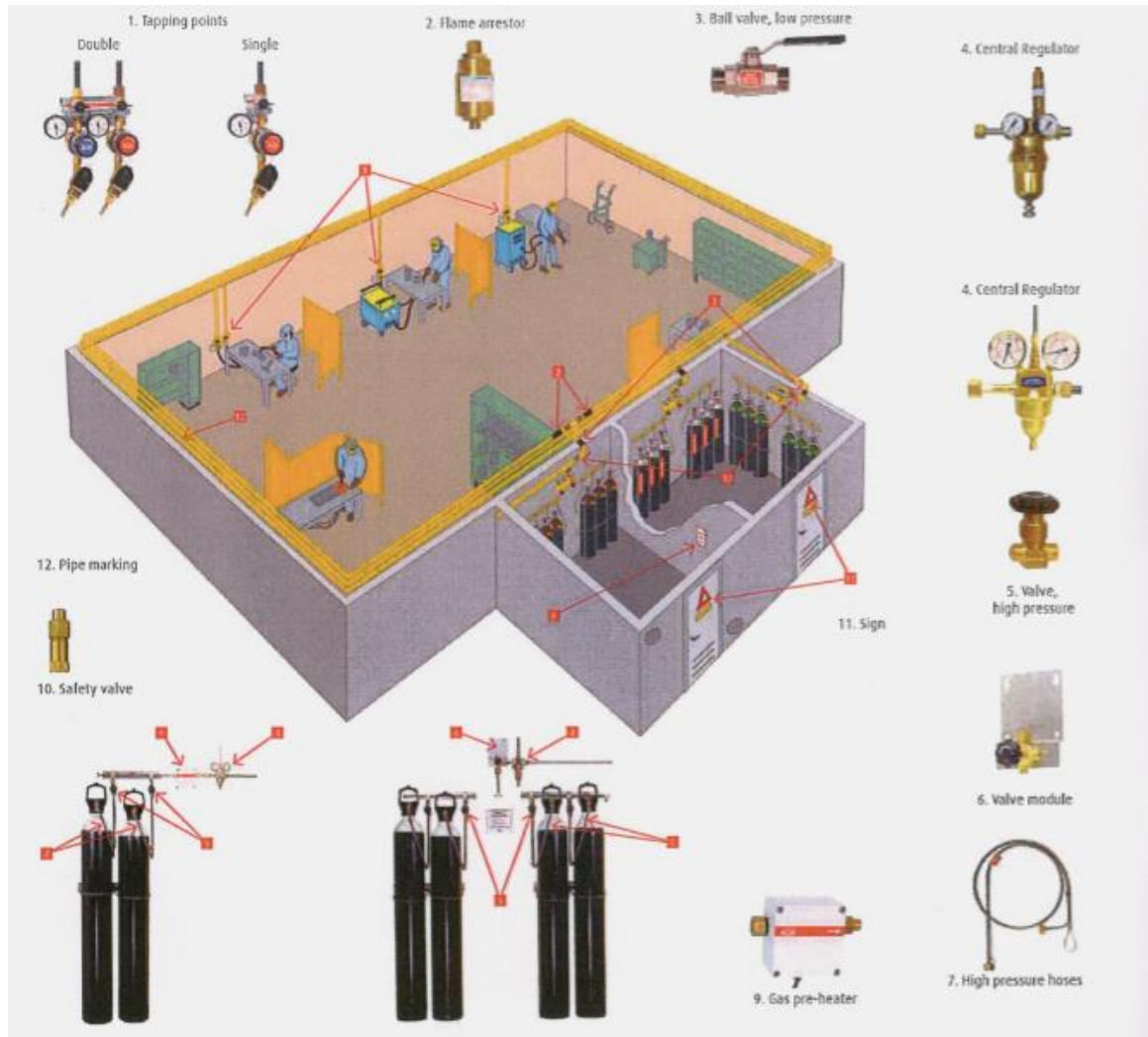
2 KAASUVERKOSTO VAI YKSITTÄISET PULLOT?

Kaasuverkosto tulee ajankohtaiseksi yleensä silloin, kun asiakas tavoittelee säästöä, laatua, turvallisuutta ja vaivattomuutta. Jopa pienetkin asiakkaat voivat vaihtaa yksittäiset pullot kaasuverkostoon. Yksittäiset pullot vaihtuvat tällöin paketteihin (Kuva 1). Penttilän (2018) mukaan asiakkailla, joilla yksittäisen kaasun vuosittainen kulutus on kaksi pullopakettia viikossa eli noin 240 m³, kannattaa säiliöihin siirtymisestä keskustella kaasuntoimittajan kanssa. Pullopaketissa (Kuva 1) on yhteensä 12 kaasupulloa yhdistettynä, jolloin niiden sisältämä kaasu voidaan kokonaan käyttää yhdellä kytkennällä synnyttämättä työkatoja.



Kuva 1. Pullopaketti (Oy AGA Ab).

Kuviossa 1 on yksinkertaistettu periaatekuva kaasukeskusjärjestelmästä, jossa putkisto on toteutettu rengasmaisena ratkaisuna. Etuna on kaasupullojen turvallinen säilytys yhdessä paikassa, joka on erillään työtilasta.



Kuvio 1. Kaasukeskusjärjestelmä (Oy AGA Ab. Gas supply equipment for industrial gas installations, 2011).

Liitteessä 1 on esitettyä suuntaa antava laskelma kertyneistä vuosittaisista säästöistä, kun tilaaja siirtyy yksittäisten pullojen sijasta kaasuverkoston käyttöön. Laskelman on tarkoitus tuoda esille verkoston hyviä puolia, eikä siten ole 100-prosenttinen totuus säästöistä.

Kun asiakas päätyy toteuttamaan kaasuverkoston, sen suunnittelu kannattaa tehdä huolellisesti. Tässä opinnäytetyössä on käyty läpi suunnittelun ja toteuttamisen vaiheet kohta kohdalta sekä näiden ohjeiden pohjalta on koottu lyhyt ohjelista muistilistaksi liitteessä 2.

3 TEOLLISUUSKAASUT JA NIIDEN OMINAISUUDET

3.1 Yleistä

Kaasut höyrystyvät kiehumalla +20 °C:ssa tai alemmassa lämpötilassa. Nesteiksi luokitellaan aineet, joiden kiehumispiste on tätä korkeampi. Kaasut ryhmitellään (Kuvio 2) ominaisuuden, käyttökohteen sekä täyttöperiaatteen mukaisiin ryhmiin. (Tulityöt 2. 2006, 4)

| 1. Ominaisuuden mukaan |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • palavat • hapettavat • inertit • myrkylliset • syövyttävät |
| 2. Käyttökohteen mukaan |
| <ul style="list-style-type: none"> • energiakaasut • teollisuuskaasut • lääkkeelliset kaasut • erikoiskaasut |
| 3. Täyttöperiaatteen mukaan |
| <ul style="list-style-type: none"> • vaikeasti nesteytyvät • helposti nesteytyvät • liotetut |

Kuvio 2. Kaasujen ryhmittelykriteerit (Oy AGA Ab. Kaasujen turvallinen käsittely).

Hapettavat kaasut eivät yksinään esiintyessään ole syttyviä, mutta ne ylläpitävät palotapahtumaa hapettimina. Rasva, öljy, tai orgaaninen materiaali eivät saa olla kosketuksissa hapettaviin kaasuihin. Tukahduttava (inertti) kaasu laskee tilan happipitoisuutta. Sitä käytetään tulipalojen sammutukseen alueilla, joilla veden käyttöä on vältettävä (esimerkiksi sähkölaitteita sisältävät tilat). Palavat kaasut palavat tai räjähtävät syttyessään, kun niiden pitoisuus ilmassa tai hapessa on oikea. (Teollisuuskaasut 2018.)

Teollisuuden käytössä olevista kaasuista yleisimmät ovat happi, asetyleeni, nestekaasu, typpi, argon, argonseokset sekä laserkaasut. Käytettävän kaasun ominaisuus määrittelee vaatimukset putkiston suunnittelulle, materiaalivalinnalle

sekä toteutukselle. On aivan eri asia suunnitella putkisto esimerkiksi nestekaasulle tai asetyleenille, sillä putkiston vaatimuksenmukaisuudet eroavat toisistaan hyvin paljon.

3.2 Kaasujen ryhmittely ominaisuuden mukaan

Ryhmään 1 kuuluvat ne vaaralliset sisällöt, jotka määritellään REACH-asetuksen N:o 1907/2006. Räjähäviksi, erittäin helposti syttyviksi, helposti syttyviksi, syttyviksi (jos korkein sallittu lämpötila on korkeampi kuin leimahduspiste), erittäin myrkyllisiksi, myrkyllisiksi ja hapettaviksi.

Ryhmään 2 kuuluvat kaikki muut sisällöt, jotka eivät kuulu ryhmään 1. Tätä ryhmittelyä kahteen ryhmään käytetään suunnittelun perustana, kun arvioidaan putkiston vaatimuksenmukaisuutta luvussa 7.1.5.

4 VAATIMUKSET KAASUNJAKELUJÄRJESTELMILLE

Teollisuuskaasuverkostoa suunniteltaessa on otettava huomioon erilaiset määräykset, kuten kemikaali-, painelaite-, sähköturvallisuus-, työturvallisuus-, palo- ja rakennusmääräykset. Yhtenäistävä rooli on Turvatekniikan keskuksella (TUKES), joka valvoo kemikaaleihin, painelaitteisiin ja sähkölaitteistoihin liittyvien määräysten noudattamista. Vaarallisten kemikaalien vähäistä käyttöä ja varastointia valvoo alueelliset pelastusviranomaiset. Kemikaalisäädökset ovat velvoittavia ja niitä noudattamalla pyritään estämään mahdolliset onnettomuudet. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 4.)

Teollisuuskaasuverkoston suunnittelijan sekä käyttäjän on tiedettävä lisäksi erilaisten kaasujen vaarallisista ominaisuuksista ja niiden käsittelyn vaaroista. Kaasujen ominaisuuksista löytyy tietoa kaasuntoimittajalta saatavissa turvallisuustiedotteissa. Turvallisuustiedotteista on kerrottuna eri kaasujen fysikaaliset ominaisuuksien sekä kaasupullojen sisältämät kaasumäärät. Esimerkki turvallisuustiedotteesta on esitettyä liitteessä 2.

5 SUUNNITTELU

5.1 Kaasukeskuksen mitoitus

Asiakkaalta on saatava tiedot käytettävästä kaasusta sekä siitä, millaiseen käyttötarkoitukseen verkostoa ollaan suunnittelemassa. Kaasukeskuksen suunnittelu aloitetaan laskemalla tai arvioimalla asiakkaan kaasun vuosikulutus sekä ottamalla huomioon kulutushuiput. Tässä vaiheessa varaudutaan myös tulevaisuuden kannalta sellaiseen tilanteeseen, että kaasuverkostoa joudutaan mahdollisesti laajentamaan.

Edellä mainittujen perusteella valitaan kaasunlähde yhteistyössä kaasuntoimittajan ja asiakkaan kanssa siten, että täyttö- ja vaihtoväli tulee mahdollisimman edulliseksi. Tämän jälkeen etsitään kaasukeskukselle sopiva sijoituspaikka ottaen huomioon viranomaismääräykset.

5.2 Kaasukeskuksen sijoitus

5.2.1 Sijoitukseen liittyvät viranomaismääräykset

Kaasukeskuksen sijoitusta suunniteltaessa on otettava huomioon voimassa olevat viranomaismääräykset sekä ATEX-määräykset räjähdysvaarallisten ilmaseoksien käsittelyissä. Asetuksen 917/1996 mukaan ilmaseosta pidetään räjähdysvaarallisena sellaisessa tapauksessa, missä se olosuhteiden takia voi muuttua syttyväksi seokseksi, jossa palaminen leviää koko ilmaseokseen. Tällöin näiden laitteiden räjähdyssuojaukseen oleellisesti vaikuttavat turva-, säätö- ja ohjauslaitteet on valmistettava niin, ettei niistä aiheudu vaaraa.

Yhteistyö kaasuntoimittajan, rakennusviranomaisen sekä paloviranomaisten kanssa jo suunnitteluvaiheessa on ensiarvoisen tärkeää. Valitaanpa sijoituspaikaksi sitten hallin sisätila tai hallin ulkopuolinen sijoituspaikka, sijoitukseen tarvitaan erilaisia lupia riippuen käytettävän kaasun määrästä ja ominaisuudesta.

5.2.2 Nestemäisen kaasun säiliöt ja niiden sijoitus

Kiinteät nestemäisen kaasun säiliöt (Kuva 2) sijoitetaan poikkeuksetta ulkotilaan hyvän ilmanvaihdon varmistamiseksi. Kiinteät ja siirrettävät nestemäisen kaasun säiliöt ovat painelaitteita ja siten suoraan painelaitelainsäädännön (869/1999) alaisia. Tällöin suositellaan kääntymään suoraan kaasuntoimittajan puoleen. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 9.)



Kuva 2. Nestemäisen kaasun säiliöt (Oy AGA Ab Kurssi nro. 101).

5.2.3 Sijoitus sisätilaan

Yhdessä asiakkaan kanssa sovitaan, halutaanko kaasukeskus pitää hallin sisäpuolella. Sijoitettaessa kaasukeskus sisätiloihin on painelaitteen omistajan tai haltijan laadittava sijoituspaikkasuunnitelma painelaitteille sisätiloissa sekä yleisen kulkuväylän välittömässä läheisyydessä (953/1999, 7 §) jos kuljetettava painelaite tai niiden yhteen kytketty yhdistelmä ns. pullopaketin tilavuus ylittää 450 litraa. Sijoituspaikkasuunnitelma on lisäksi tarkastutettava hyväksytyllä tarkastuslaitoksella. Tarkastuksessa on todettava, että suunnitelma on tehty 6 §:ssä (953/1999) säädettyllä tavalla, jotta painelaitetta voidaan käyttää, tarkastaa ja pitää kunnossa asianmukaisella tavalla. Painelaitetta ei saa myöskään asentaa ennen kuin tarkastuslaitos on tarkastanut ja hyväksynyt suunnitelman (953/1999, 7 §).

Pullopakettia käytettäessä tämä 450 litran raja ylittyy poikkeuksetta, jolloin sijoituspaikkasuunnitelma joudutaan tekemään. Sijoitussuunnitelman tarkastuksen jälkeen on tärkeää tiedottaa paikallista paloviranomaista, jotta mahdollisiin vaaratilanteisiin osataan varautua oikealla tavalla.

5.2.4 Sijoitus ulkopuolelle

Hallin ulkopuolinen ratkaisu tarvitsee lähes aina paikallisen palo- ja rakennusviranomaisen hyväksynnän, sillä yleensä ratkaisut joihin päädytään, on vanhan rakennusosan käyttäminen uudella tavalla tai uuden lisäosan rakentaminen. Havainnollistava esimerkkikuva ulkopuolisesta kaasukeskuksesta kuviossa 3.



Kuvio 3. Kaasukontti (Oy AGA Ab. Kaasujen turvallinen käyttö).

Penttilän (2018) mukaan kaasuntoimittajat eivät suosittele ulkona avotilassa olevaa kaasukeskusratkaisua. Avonaisessa tilassa olevien pullojen tai pullokonttien vaihtaminen on hankalaa varsinkin talvella, kun lumi ja jää vaikeuttavat vaihtoa. Vaivaton pääsy autolla kaasukeskukselle ja siirtojen helppous autosta kaasukeskukselle ja toisinpäin on tärkeää. Tämä täytyy myös ottaa huomioon mietittäessä mahdollisia vaaratilanteita kuten tulipaloa, jolloin pullot tai paineastiat

on saatava nopeasti siirrettyä turvallisempaan paikkaan. Kuvassa 3 on Oy AGA Ab:n valmistuttama kaasukontti ulkopuolista kaasukeskusratkaisua varten.

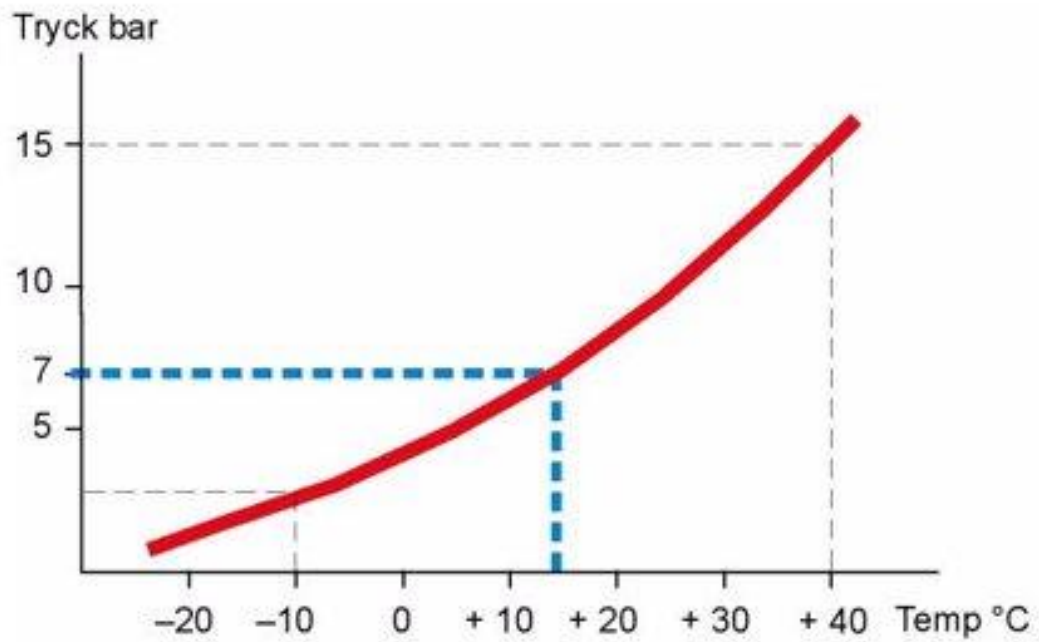


Kuva 3. Kaasukontti (Oy AGA Ab).

Sijoituksen tulee olla sellainen, että painelaitetta voidaan asianmukaisesti käyttää, tarkastaa ja pitää kunnossa painelaitelaissa (1144/2016) annettujen säädösten mukaisesti. Tämän lisäksi toistensa kanssa vaarallisesti reagoivat kaasut täytyy sijoittaa eri tiloihin sekä tilojen riittävästä ilmanvaihdesta on huolehdittava.

Edellä mainittujen turvallisuuteen liittyvien asioiden lisäksi ulkolämpötila vaikuttaa suuresti myös pullojen paineeseen. Täyttölaitoksessa pullot täytetään +15 °C:ssa säädettyyn paineeseen, ja ulkolämpötila voi vaikuttaa pullon paineeseen joko

laskevasti tai nostaen paineen jopa vaaralliselle tasolle (Penttilä 2018). Kuviossa 4 on esitettyä nestekaasun paineenvaihtelu lämpötilan mukaan. Täyttölaitoksessa säädetty paine nestekaasulla on 7 baaria. Lämpötilan kohotessa esimerkiksi +40 °C:een pullon paine kohoaa 15 baariin.



Kuvio 4. Nestekaasun paineenvaihtelu (Oy AGA Ab. Kurssi nro. 101).

6 KAASUKESKUSJÄRJESTELMÄ

6.1 Kaasukeskuksen pääosat

Kaasukeskusjärjestelmä jaetaan kolmeen pääosaan, jotka ovat kaasukeskus (Kuvio 1), jakeluputkisto ja kaasunottopisteet (Kuva 6).



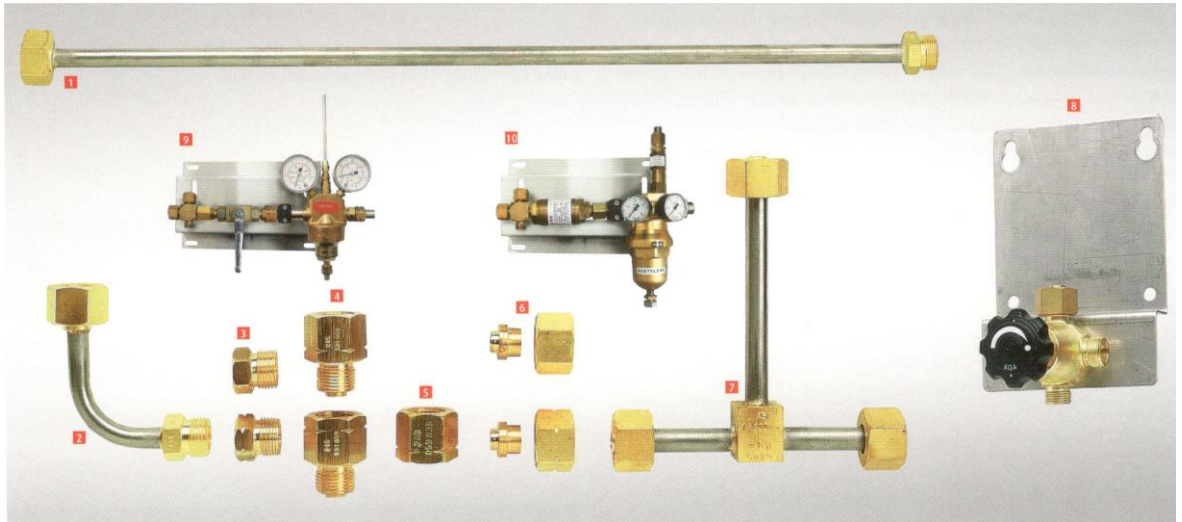
Kuva 4. Kaasukeskus (Oy AGA Ab 2011).

6.2 Kaasukeskus

Kaasukeskus sisältää vähintään seuraavat varusteet:

- keskussäädinyksikkö
- varoventtiili keskussäädinyksikön lähtöpuolella
- suodatin ennen keskussäädinyksikköä
- korkeapaineventtiilit (kaasupullo ja -pullopakettikohtaiset)
- korkeapaineletkut tai -putket
- seinäkiinnityslaitteet
- ohje- ja varoituskilvet.

Kuvassa 5 on esitettyä erilaisia kaasukeskusten korkeapainevarusteita.



Kuva 5. Kaasukeskusten korkeapainevarusteet (Oy AGA Ab 2011).

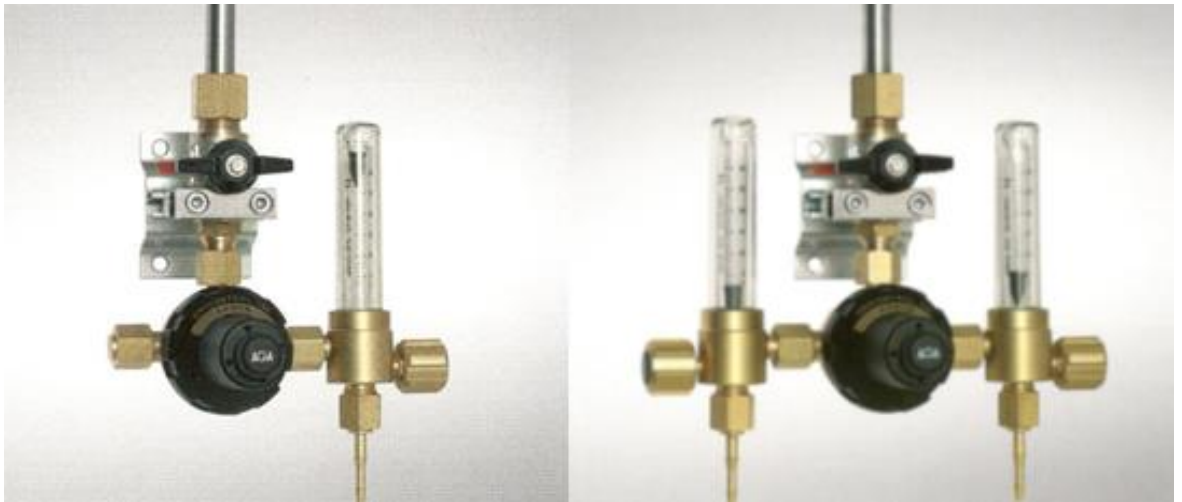
6.3 Jakeluputkisto

Jakeluputkisto sisältää kaikki putket varusteineen aina keskussäädinyksikön matalapaineventtiilistä kaasunottopisteen sulkuventtiiliin asti. Jakeluputkisto jaetaan runkoputkeen ja siitä haarautuviin haaraputkistoihin, jotka sisältävät venttiilit sekä turvalaitteet.

6.4 Kaasunottopisteet

Kaasunottopiste sisältää minimissään sulkuventtiilin, seinätelineen, säätimen ja letkuliittimen (Kuva 6). Jokaisessa kaasunottopisteessä oleva sulkuventtiili erottaa kaasunottopisteen jakeluputkistosta turvallisuus- ja huoltotoimenpiteiden takia. Tulityöstandardin SFS 5900 mukaisesti takaiskusuojat on oltava polttokaasun ja hapen kaasunottopisteissä. Kaasunottopiste on tarkoitettu yhtä kulutuspistettä varten ja se sijaitsee noin 1,5 metriä lattian yläpuolella. Merkintä kaasunottopisteeseen tulee tehdä huolellisesti, että tiedetään, mistä kaasusta on kyse. Kaasunottopisteenä yleensä käytetään laitetoimittajien vakiokäyttöpisteitä, sillä ne ovat toimivuudeltaan suunniteltu juuri tähän tarkoitukseen ja niihin on

myöhemmin saatavissa varaosia. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 29)



Kuva 6. Kaasunottopisteet yhdelle käyttöpisteelle (vasemmalla), kahdelle käyttöpisteelle (oikealla) (Oy AGA Ab. Kaasukeskusjärjestelmät tuoteluettelo 2011).

7 PUTKISTON MITOITUS

7.1 Mitoituksen periaate

Mitoituksen tavoitteena on saada tuotua tarvittava kaasumäärä jakeluputkistoa pitkin kaasunottopisteelle halutussa paineessa. Putkien ja putkivarusteiden täytyy olla vähintään putkiston suunnittelupainetta vastaavaa paineluokkaa. Lähtökohtana käytetään putkistoon liitettävien käyttölaitteiden yhteenlaskettua huippukulutusta ja niiden vaatimaa käyttöpainetta.

Näiden lisäksi on erityisen tärkeää muistaa ottaa huomioon mahdollinen verkoston laajentamistarve tulevaisuudessa. Tämä otetaan huomioon jakeluputkiston kokoa valittaessa sekä suunnitteluvaiheessa putkistoon suunnitellaan jatkoskohdat, mistä putkistolaajennukset tehdään. Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmien (2006) mukaan kokemus on osoittanut, että on järkevää hieman ylittää putkistoa kasvun varalta, jolloin varaudutaan putkistolaajennuksiin ja muutoksiin. Tämä ei kuitenkaan aiheuta kovin suuria lisäkustannuksia.

Mitoitus tapahtuu yleensä painehäviön perusteella siten, että painehäviö ei ylitä 10 %:a käyttöpaineesta huippukulutuksen aikana. Kaasun virtausnopeus ei myöskään saa ylittää kyseessä olevan kaasun tai putkimateriaalin suurinta sallittua virtausnopeutta. Mitoituksessa pitää ottaa huomioon lisäksi myös muut painehäviöön vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi venttiilit, liekinsammuttimet ja käyrät. Venttiilit ja käyrät voidaan mitoituksessa ottaa huomioon ekvivalenttipituuksina. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 25.)

7.1.1 Putkistosuunnitelma

Putkistosuunnitelma sisältää pohjakuvaan piirretyt putkilinjat putkistovarusteineen sekä kaasunottopisteet. Linjauksen määrää kaasunottopisteiden lukumäärä, sijainti ja käyttötarkoitus sekä eri tilojen käyttötarkoitus. Linjaukseen vaikuttaa myös, asennetaanko putkisto rengasputkistona (Kuvio 1) vai yksinkertaisena putkena vai jaetaanko putkisto osiin. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 24.)

Penttilän (2018) mukaan suositeltava putkisto on rengasputkisto, jolloin putkistopaine pysyy tasaisena siitäkin huolimatta, että kaasunkäyttöpisteitä olisi yhtäaikaaisesti käytössä useampia. Kaikkien putkistojen kohdalla kannattaa jakaa putkisto osiin sulkuventtiilien avulla. Tällöin eri osia voidaan huoltaa ilman, että koko putkisto on pois käytöstä. Putkistot pitää suunnitella pinta-asennuksena siten, ettei putkisto pääse vaurioitumaan esimerkiksi, kun trukilla siirrellään tavaroita.

Joissakin erityistapauksissa isojen hallien kohdalla putket on asennettu kaasunottopisteille lattian alla kulkevaksi, sillä kaasunottopiste on täytynyt saada keskelle hallia. Tällaisissa erikoistapauksissa suositeltavaa olisi tuoda kaasu mieluiten yläkautta palkkeja ja pilareita hyväksikäyttäen kaasunottopisteelle, sillä piilossa olevien putkistojen tarkastus ja huolto on mahdotonta suorittaa. Maanalaisia putkistoja voidaan tehdä niissä tapauksissa, joissa esimerkiksi yhdeltä kaasusäiliöltä tuodaan putkistot kahteen eri halliin. (Penttilä 2018.)

7.1.2 Suunnittelu- ja käyttöpaine

Painelaitteet on suunniteltava kestämaan käyttötarkoitusta vastaavia kuormituksia. Suunnittelupaineet eivät saa olla pienempiä kuin suurimmat sallitut käyttöpaineet. Riittävän kestävyys takaamiseksi suunnittelun täytyy perustua laskentamenetelmään tai kokeelliseen suunnittelumenetelmään, jos suurin sallittu käyttöpaine PS ja tilavuuden V tulo on alle $6000 \text{ bar} \cdot \text{pituus } L$, tai käyttöpaineen PS ja nimellissuuruuden tulo on alle 3000 bar . (938/1999 liite 1.)

Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmien (2006, 25) mukaan putkiston suunnittelupaineen täytyy olla vähintään 20 bar , kun asetyleenin käyttöpaine on välillä $0,2 \dots 1,5 \text{ bar}$ ja muiden kaasujen käyttöpaine $5 \dots 15 \text{ bar}$.

7.1.3 Putkistokanavat

Painelaitteet on suunniteltava kestämaan käyttötarkoitusta vastaavia kuormituksia. Erityisesti on otettava huomioon sisäinen ja ulkoinen paine, ympäristön lämpötila ja käyttölämpötila, staattinen paine, sisällön massa käyttö- ja testausolosuhteissa

sekä putkistojen ja kiinnikkeiden aiheuttamat voimat ja momentit, korroosio, eroosio, väsyminen, viruminen sekä epästabiilin sisällön hajoaminen. (938/1999, liite 1) Esimerkiksi asetyleeni luokitellaan fysikaalisilta ominaisuuksiltaan epästabiiliksi kaasuksi, sillä se voi reagoida räjähtäen jopa ilmattomassa tilassa (Käyttöturvallisuustiedote Asetyleeni 2013, 2).

- Putkistokanavia tehdessä tulee huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta. Putkia ei saa viedä ilmahormeja tai hissikuiluja pitkin eikä asennuksia saa asentaa vaikeapääsyisiin tiloihin, elleivät erityiset syyt tätä edellytä. Ilmastoinnin tulee perustua luonnolliseen ilmanvaihtoon eli tällöin kanavan molempien päiden tulee olla avoimia. Kanavat eivät saa olla yhteydessä muihin kanaviin eikä samassa kanavassa saa olla sellaisia putkistoja, joiden sisältämä aine yhdessä toisen kaasun kanssa reagoi vaarallisesti. Lisäksi erittäin pitkissä kanavissa tehtävä aukkoja 100 m:n välein. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 21.)

7.1.4 Materiaalivalinta

Kaikki varusteet (putkistot, venttiilit, turvalaitteet, säätimet) on suunniteltava ja valittava siten, että ne soveltuvat valittavalle kaasulle. Kaikkien osien, jotka ovat kosketuksessa kaasun kanssa, tulee olla rasvattomia ja kestää kaasun mekaaniset, termiset ja kemialliset vaikutukset.

Huomioitava asia on eri aineiden sekä materiaalien reaktiivisuus. Esimerkiksi asetyleeni voi aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran, koska asetyleeni on voimakas pelkistin ja se reagoi kiivaasti hapettavien aineiden kanssa kuten kuparin, hopean ja elohopean kanssa. (OVA-ohje 2017, asetyleeni)

Putkistoissa käytettäviä materiaaleja ovat kupari ja kupariseokset sekä ruostumaton ja haponkestävä teräs. Putkistoissa käytetään saumattomia putkia tai sellaisia saumallisia putkia, joiden hitsin lujuuskerroin on 1,0. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 27.)

Metallisten teollisuusputkistojen lujuusmitoituksesta tietoa löytyy standardista SFS-EN 13480. Näiden lisäksi otettava huomioon eri putkimateriaaleihin liittyvät

standardit. Esimerkiksi standardissa SFS 3359 on lueteltu materiaalit, joita ei saa käyttää asetyleenin kanssa.

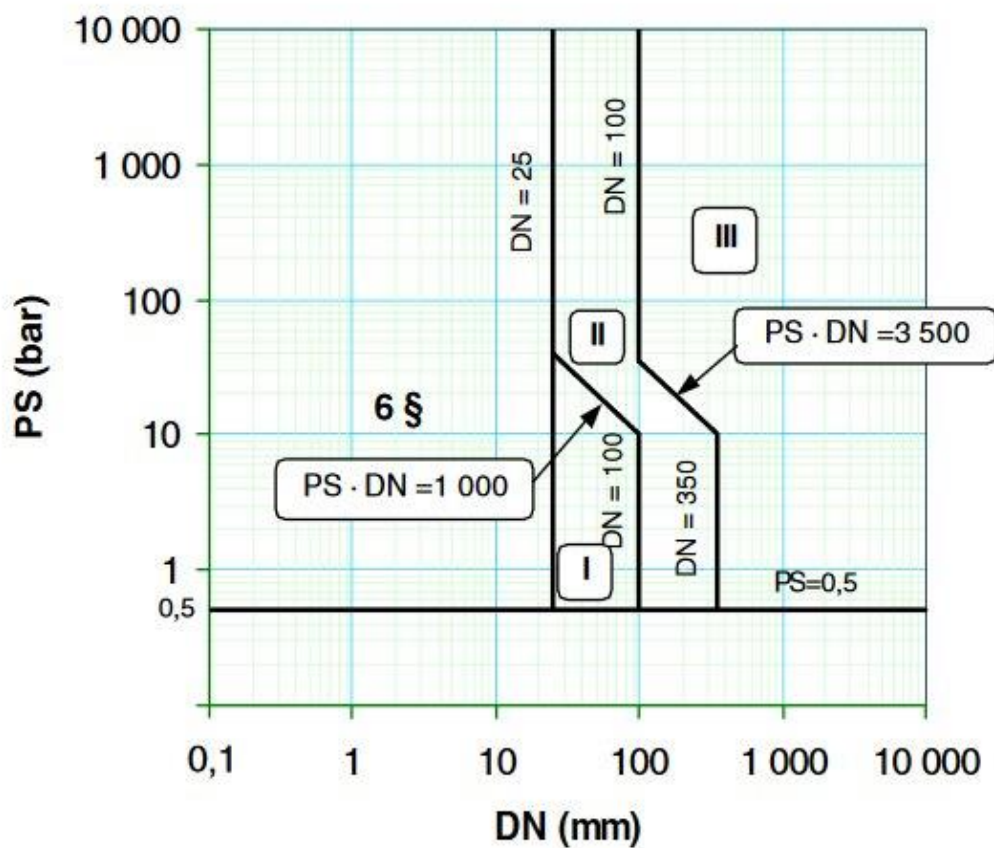
7.1.5 Putkiston vaatimustenmukaisuuden arviointi

Painelaitelain (869/1999) nojalla annetussa päätöksessä painelaitteista (938/1999) luvun 2 mukaan putkistot jaetaan kahteen ryhmään suunnittelua, valmistusta ja vaatimustenmukaisuuden arviointia varten. Luokituksen perusteina käytetään putkiston sisältöä, nimellissuuruutta (DN) sekä sisällön painetta (PS). Putkiston on täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset päätöksessä painelaitteista (938/1999) liitteen 1 mukaisesti. Olennaiset vaatimukset ovat velvoittavia.

938/1999 liitteen 2 mukaan putkistot, jotka on tarkoitettu kaasuille, nesteytetyille kaasuille, paineenalaisena liuotetuille kaasuille, höyryille sekä nesteille, joiden höyrynpaine korkeimmassa sallitussa lämpötilassa on enemmän kuin 0,5 bar yli normaali-ilmakehän, luokitellaan seuraavalla tavalla:

- Putkistot, joiden suunnittelussa, valmistuksessa ja vaatimuksenmukaisuuden arvioinnissa on noudatettava painelaittepäätöksen liitteessä 2 esitettyjä turvallisuusvaatimuksia, jaetaan edelleen kasvavan vaaran mukaan kolmeen putkistoluokkaan I, II, III, jolloin putkistojen valmistus on tehtävä sen mukaisilla moduuleilla. Moduulit ovat esitettyinä päätöksen 938/1999 liitteessä 2.
- Putkistot, joiden suunnittelussa ja valmistuksessa noudatetaan painelaittepäätöksen 6. § mukaista hyvää konepajakäytäntöä. Hyvä konepajakäytäntö on usein käytetty termi, joka kertoo muun muassa esimerkiksi työtapakohtaiset toleranssit, jos niitä ei ole merkitty.

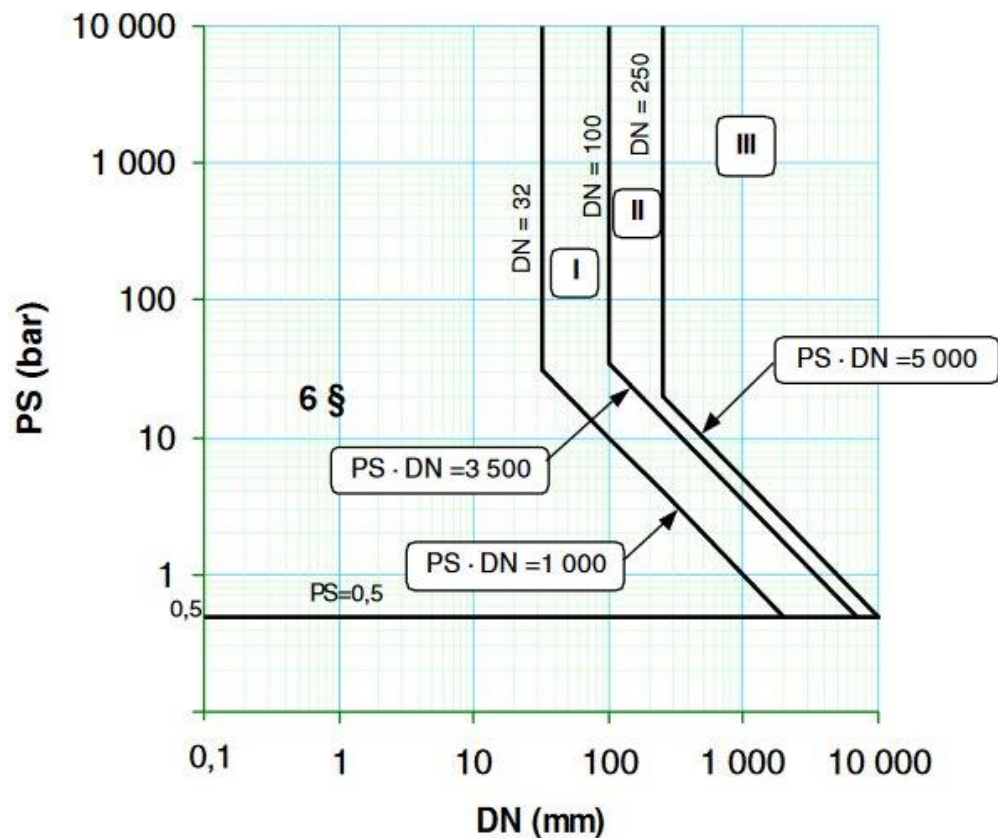
Putkistoon, missä on ryhmään 1 (vaaralliset kaasut) kuuluva sisältö, silloin kun DN > 25, käytetään kuvion 5 mukaista luokittelua. Poikkeuksena on epästabiileille kaasuille tarkoitetut putkistot. Tällöin ne, jotka kuuluisivat luokkaan I tai II, on luokiteltava suoraan luokkaan III.



Kuvio 5. Putkisto, jossa on ryhmän 1 kaasusisältö (983/1999 liite 2, kuva 6).

Ryhmän 1 kaasuja (vaaralliset kaasut) sisältävän putkiston, jonka nimellissuuruus on enintään DN 25, suunnitellaan hyvän konepajakäytännön mukaisella tavalla. Isommat putket luokitellaan luokkiin I, II ja III, jolloin valmistus on tehtävä sen mukaan valitulla moduulilla.

Putkisto, jossa on ryhmään 2 (vaarattomat kaasut) kuuluva sisältö ja kun $DN > 32$ ja $PS \cdot DN > 1\,000$ bar, luokitellaan kuvion 6 mukaisesti. Poikkeuksena ne putkistot, joiden sisältö on yli 350 °C , jotka kuuluisivat luokkaan II, luokitellaan luokkaan III.



Kuvio 6. Putkisto, jossa on ryhmän 2 kaasusisältö (938/1999 liite 2, kuva 7).

Ryhmän 2 kaasuja (vaarattomat kaasut) sisältävä putkisto, jonka nimellissuuruus on enintään $DN\ 35$ tai $PS \cdot DN$ on enintään $1\,000$, suunnitellaan hyvän konepajakäytännön mukaisella tavalla. Isommat putket luokitellaan luokkiin I, II ja III, jolloin valmistus on tehtävä sen mukaan valitulla moduulilla. Hyvän konepajakäytännön mukaisiin putkistoihin sovelletaan standardin EN 13480 vaatimuksia.

7.2 Putkiston mitoitus

Mitoitus voidaan tehdä mitoitusnomogrammin avulla (Liite 3) ja tarkistaa saatu tulos virtausnopeuden kaavalla (1). Mitoituksessa pitää ottaa huomioon muut painehäviöön liittyvät tekijät kuten venttiilit, liekinsammuttimet ja käyrät. Venttiilit voidaan ottaa huomioon ekvivalenttiputkipituuksina (Liite 4). (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 25)

Jokaiselle putkisto-osuudelle lasketaan mitoitusvirtaama, minkä jälkeen määritetään ekvivalenttinen pituus. Ekvivalenttista putkiosuutta laskiessa kaikki putkiosuuteen sisältyvät osat ja komponentit muutetaan ekvivalenttipituuksiksi ja lisätään suorien putkiosuuksien pituuden summaan.

Virtausnopeuden kaava:

$$v = \frac{365 \cdot Q}{d^2 \cdot p} \quad (1)$$

, missä

v = kaasun virtausnopeus (m/s)

Q = tilavuusvirta (Nm³/h)

d = putken sisähalkaisija (mm)

p = absoluuttinen paine (bar)

8 PUTKISTON PESU (HAPPIPESU)

Putkissa ja putkistovarusteissa mahdollisesti oleva rasva, öljy ja muut epäpuhtaudet on puhdistettava riittävän huolellisesti ennen asennustyötä. Myöhemmässä vaiheessa tehtävä puhdistus on tulokseltaan huonompaa ja aiheuttaa valtavasti lisätöitä ja siten myös lisäkustannuksia. Pesun voi suorittaa itse tai tilata pesun yritykseltä, joka on erikoistunut putkenpesuun. Putkentoimittajilta saa tilata myös valmiiksi pestyä putkea. Tällöin tulee varmistaa, että putket toimitetaan asennettavaan kohteeseen huolellisesti pakattuina ja tulpattuina sekä liitteenä täytyy olla kirjallinen todistus pesu- ja huuhtelumenetelmästä.

Huolellisuusvaatimukset määräytyvät sekä kaasun ominaisuuksien että käyttötarkoituksen mukaan. Happi paineen alaisena reagoi räjähdyksenomaisesti öljyjen ja rasvojen kanssa. Irralliset partikkelit voivat aiheuttaa syttymisen osuessaan putkiston seinämiin suurella nopeudella. Turvalaitteiden moitteettoman toiminnan vuoksi asetyleenijärjestelmille suositellaan samoja puhtausvaatimuksia kuin hapelle. Muiden kaasujen puhtausvaatimukset riippuvat lähinnä käyttötarkoituksesta sekä kaasun puhtausvaatimuksesta. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 30)

Putkien ja varusteiden pesu voidaan suorittaa kuumalla (yli 70 °C) pesuliuoksella, joka sisältää noin 15 % lipeää ja 0,5 % astianpesuainetta. Pesun jälkeen suoritetaan välittömästi huuhtelu lämpöisellä vedellä sekä kuivatus huuhtelun jälkeen typellä. Pesutapana voidaan käyttää myös höyrypesua ja kuivatusta typellä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä tiivisteisiin sekä muihin orgaanisesta aineista tehtyihin osiin, ettei pesuliuos vahingoita niitä. Joissakin tapauksissa tiivistys- ja laakeripintoja joudutaan voitelemaan happikäyttöön hyväksytyllä rasvalla pesun jälkeen. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 30-31)

9 KAASUNJAKELUJÄRJESTELMÄN ASENNUS

9.1 Asennustyö

Kaasunjakelujärjestelmä tehdään suunnitelmien mukaan noudattaen voimassa olevia säädöksiä ja laitetoimittajan asennusohjeita. Kaasunjakeluverkostoa saa hitsata tai juottaa tähän pätevyyden hankkinut henkilö. NDT-testaukset on teetettävä pätevillä henkilöillä. Painelaitedirektiivin eli PED:in 2014/68/EU sekä yhdenmukaistettujen standardien mukaisen hitsauspätevyyden myöntämisestä vastaa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) valtuuttama henkilö. Laitetoimittaja asentaa nestemäisen kaasun säiliöt höyrystimeen.

Asennukset tehdään putkistosuunnitelmien mukaisesti huolto- ja turvallisuusseikat huomioon ottaen. Putkiston eri osia on pystyttävä huoltamaan ja vaihtamaan vaivatta. Putkistoja asennettaessa on otettava huomioon lämpölaajeneminen.

Läpivientiä lattian, seinän tai muun rakenteen läpi johdettaessa käytetään läpivientiputkea, jonka sisähalkaisija on vähintään 10 mm suurempi kuin kaasuputken ulkohalkaisija. Läpivientiputken täytyy olla kaasutiivis ja asennuksen sellainen, ettei kaasua pääse sitä kautta rakenteisiin. Kaasuputkessa ei saa olla liitoksia läpiviennin kohdalla. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 32)

Kaasuputket ja putkistoihin liittyvät teräsrakenteet sekä muut sähköä johtavat rakenteet maadoitetaan sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti. Laitteiden maadoitusjohtoina putkia ei saa käyttää. Palavien nesteiden ja kaasujen putkistoissa voi syntyä siirtojen yhteydessä nesteen/kaasun sähköistä varautumista. Tällöin virtauksen päätyessä käyttökohteeseen voi syntyä staattisesta sähköstä palamaan syttyvä räjähdyskelpoinen seos. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 9)

9.2 Putkiliitokset ja -varusteet

Kupariputket kovajuotetaan käyttäen sopivia liitosmuotoja. TIG-hitsauksella toisiinsa liitetään ruostumattomat ja haponkestävät putket, liitoksen on oltava läpihitsattu. Hitsatessa tai juotettaessa putkistoa on putkessa käytettävä juurensuojakaasua. Avattavat liitokset tehdään kyseiselle kaasulle soveltuvalla mekaanisella liitoksella kuten laippa- ja kartioliitoksella. Asetyleenin ja vedyn kohdalla tulee noudattaa lisäksi standardeja SFS 3359 ja SFS 3278. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 34)

Perinteisiä putkimiehien liitoksia hammppukuidulla ei saa käyttää, sillä ne toimivat vain yhdessä veden kanssa tiivistäen liitoksen kunnolla. Kaikki putkiston varusteet, turvalaitteet sekä painesäätimet täytyy soveltua kyseessä olevalle kaasulle ja paineelle. Asetyleeniputkistojen kohdalla huomioitava erityisesti käytettävien varusteiden mekaaninen ja terminen rasitus standardin SFS 3359 mukaisesti.

9.3 Putkimerkinnot

Merkinnot ja maalaukset tulee tehdä noudattaen standardia SFS 3701. Asetyleenin ja vedyn kohdalla tulee noudattaa lisäksi standardeja SFS 3359 ja SFS 3278. Käyttöturvallisuuden kannalta tärkeät venttiilit merkitään niiden käyttötarkoitusta kuvaavalla merkinnällä. Tällaisia ovat erityisesti pääsulkuventtiilit sekä ryhmäsulkuventtiilit. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 34.)

Putkistovarusteita ei saa olla niillä putkiosuuksilla, jotka eivät ole näkyvissä. Liitokset tehdään ei-näkyvissä olevilla putkiosuuksilla hitsaamalla tai kovajuottamalla sekä putkisto-osuuden kummallekin puolelle asennetaan sulkuventtiilit. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 34.)

9.4 Puhtaaksi puhallus

Asennuksen jälkeen putkisto-osuudet ilman varusteita puhalletaan puhtaaksi epäpuhtauksista. Puhtaaksi puhallukseen käytetään yleensä typpeä. Läpipuhallusta

tehostetaan nostamalla virtausnopeutta ja aiheuttamalla jyrkkiä paineenmuutoksia. Tämän jälkeen voidaan asentaa putkistovarusteet, suorittaa koeponnistus sekä ottaa putkisto käyttöön. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 35)

10 Loppuarviointi

10.1 Paine- ja tiiveyskoe

Kaasuputkisto koeponnistetaan ennen käyttöönottoa standardin SFS-EN 13480 mukaisesti. Koeponnistuksessa käytetään ensisijaisesti tyypeä, sillä vedellä ponnistettaessa putkiston kuivaaminen koeponnistuksen jälkeen on erittäin vaikeaa, lähes mahdotonta. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 36) Kaasuputkiston tiiveyden huolellinen toteutus on toimivan ja turvallisen putkiston tärkein ominaisuus.

Liitoksien ja järjestelmän tiiveys voidaan testata koeponnistuksen yhteydessä. Liitokset tarkastetaan suurimmalla sallitulla käyttöpaineella esimerkiksi putkiston ulkopuolisella saippuavesikokeella. Järjestelmän tiiveyskoe voidaan suorittaa osastoittain suurimmalla sallitulla käyttöpaineella kahdeksan tunnin ajan, jolloin paineen ei saa laskea yli 2 % lähtöpaineesta lämpötilakorjaus huomioiden, ellei tiiveydelle ole asetettu tarkempia vaatimuksia. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 38.)

Putkiston paine- ja tiiveyskokeesta laaditaan erillinen pöytäkirja, jossa kerrotaan kohteen tiedot, painekokeen valvoja, käytetty koepaine, väliaine, lämpötila, pitoaika ja kokeen tulos.

10.2 Puhtaus- ja toimintatarkastus

Koeponnistuksen ja tiiveystarkastusten jälkeen tarkastetaan putkiston puhtaus ajamalla typpikaasua muutamien kaasupisteiden lävitse ja tutkimalla sen jälkeen kaasupisteiden suodattimien puhtaus. Kaasuhuuhtelu uusitaan, kunnes suodattimet ovat puhtaat. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 38)

Kaasukeskuksen toiminta testataan käyttökaasulla ja verkoston jokaisen sulkuventtiilin, painemittarin ja varoventtiilin toiminta tarkastetaan. Paineensäätimen säätö tarkastetaan sekä vaihtelevilla kaasuvirtauksilla että paineellisena ilman virtausta. Venttiilien toiminta ja tiiveys tarkistetaan sekä huolehditaan, että

putkistosuunnitelman mukaiset liekinsammuttimet ja muut turvalaitteet ovat paikoillaan. Tarkastetaan, että kaikissa käytössä olevissa kaasunottopisteissä on hyväksytyn putkistosuunnitelman mukaiset varusteet sekä kaasunottopistevaraukset on tulpattu hyväksytyllä tavalla. Takaiskusuojat, paineensäätimien toiminta ja toisiopainemittarin näyttö tarkastetaan. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 39)

10.3 Merkintöjen tarkastus

Tarkastetaan, että koko kaasunjakelujärjestelmä on kokonaisuudessaan asiallisesti merkitty standardin SFS 3701 mukaisesti. Tunnusmerkinnän tarkoitus on antaa tietoa putkiston sisällöstä ja sen vaarallisuudesta niin käyttö- ja kunnossapitohenkilöstölle, pelastushenkilöstölle kuin ulkopuolisillekin.

Tunnusmerkintä ilmoittaa putkistossa virtaavan aineen luonteen, olotilan ja virtaussuunnan. Merkinnät tehdään väreillä, virtaavan aineen nimeä käyttämällä, täydentävillä teksteillä, virtaussuuntaa osoittavilla nuolilla sekä erilaisilla kilpimerkinnöillä. Merkinnät tehdään lyhyin välimatkoin ja selkeästi siten, ettei erehtymisvaaraa pääse syntymään missään vaiheessa. Tarvittaessa käytetään muitakin kieliä, suomen kielen lisäksi. (SFS 3701)

10.4 Käyttöohjeiden tarkastus ja käyttöönotto

Tarkastetaan, että käyttölaitteiston mukana on riittävät ohjeet ja piirustukset. Ainakin seuraavat asiat pitäisi ilmetä käyttöohjeista sekä olla helposti käyttäjän saatavilla:

- toimintakaavio
- ohjeet laitteiston hoitoa varten
- ohjeet laitteiston käyttöönotosta, käytöstä ja pysäyttämisestä sekä käyttöhäiriön edellyttämistä toimenpiteistä
- säätöarvot ja -ohjeet
- sähkölaitteiden piirikaavio ja johdotuspiirustus
- hätä- ja vikailmoitusnumerot.

Kaasukeskusjärjestelmän käyttöönotto tapahtuu samalla tavalla sekä uuden että korjatun verkoston kohdalla noudattaen seuraavaa järjestystä (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 40):

1. Varmistetaan, että kaasukeskuksen venttiilit ovat kiinni.
2. Liitetään kaasunlähde järjestelmään (*palavien kaasujen putkistot huuhdellaan tyellä ennen kaasulähteen kytkemistä*) ja avataan kaasunlähteen sulkuventtiili.
3. Kaasukeskuksen venttiilit avataan hitaasti käyttöohjeen mukaisesti.
4. Kauimmaisen kaasunottopisteen kautta puhalletaan kaasua ulos, kunnes havaitaan kaasuvirtaus.
5. Useamman haaran putkisto huuhdellaan haara kerrallaan huolehtien ulospurkautuvan kaasun johtamisesta turvalliseen paikkaan.
6. Tarkastetaan käyttöpaine.
7. Käyttöhenkilökunnan opastus.

10.5 Vaatimustenmukaisuusvakuutus ja loppudokumentointi

Putkiston valmistajan täytyy laatia valmistamalleen putkistolle vaatimustenmukaisuusvakuutus asiakirjan. I-III mukaisille putkistoille laaditaan EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja ns. hyvän konepajakäytännön mukaisille ja alle 0,5 bar kemikaaliputkistoille vaatimustenmukaisuusvakuutus. Loppudokumentaatio sisältää suunnittelun ja valmistuksen asiakirjat sekä käyttöohjeet. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 22)

11 KAASUKESKUKSEN KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO

Kaasuverkoston omistaja on vastuussa kaasuverkoston ja laitteiston kunnosta kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) mukaisesti. Tarpeellista on tehdä vähintään päivittäinen tai viikoittainen silmämääräinen tarkastus. Asioita, joihin kannattaa kiinnittää huomiota, ovat havaitut vuodot sekä epäilyt vuodoista, jotka voi havaita kulutusta seuraamalla. Erityisen tärkeää on huolehtia esteettömästä pääsystä sulkuventtiileille. Kaasukeskus ja koko putkisto tulee huoltaa ja tarkastaa säännöllisesti sekä havaitut viat täytyy korjata. (Penttilä 2018)

Kaasuntoimittajat tekevät mielellään riskien arviointia ja turvallisuustarkastuksia sekä sopivat kunnossapitosopimuksia asiakkaan kanssa. Tällä pyritään takaamaan kaasuverkoston turvallisuus ja toimintavarmuus. Tällöin tuotannon keskeytymisen riski pienenee ja laitteistot pysyvät määräysten mukaisessa kunnossa. Lähtökohtaisesti voidaan ajatella vuotojen olevan joko vaarallisia tai tuotannon laatuun vaikuttavia. Jatkuva laatuun vaikuttava verkostovuoto heikentää myös työntekijöiden motivaatiota, sillä verkostovuoto aiheuttaa huokoisuutta hitseihin tekijän hyvästä ammattitaidosta riippumatta. Hitsien laatu ei tällöin täytä vaadittuja laatukriteereitä. (Penttilä 2018)

Kaasukeskuksen hoitajaksi nimetään asiantunteva, riittävän koulutuksen saanut henkilö, joka vastaa kaasukeskuksen käytöstä ja kunnossapidosta. Kaasukeskushoitajalle nimetään myös riittävän perehdytyksen saanut varahenkilö, jolla on edellytykset hoitaa keskusta esimerkiksi lomituksen aikana. Koko käyttöhenkilökunnan on tunnettava käsiteltävät kaasut ja niihin liittyvät vaarat. (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät 2006, 41)

12 KAASUKESKUKSEN TARKASTUS

12.1 Tarkastusvelvollisuudet

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen painelaitteista 938/1999 mukaan kaasujärjestelmä tulee tarkastaa asianmukaisella tavalla ennen käyttöönottoa, valmistumisen yhteydessä sekä myöhempien muutostöiden jälkeen. Päätöksessä on huomioitu EY:n painelaitedirektiivin PED 97/23 EY vaatimukset.

Rekisteröitävän painelaitteen omistajan tai haltijan on huolehdittava, että painelaitteelle tehdään käyttöönoton yhteydessä ensimmäinen määräaikaistarkastus sekä määräaikaistarkastukset (953/1999). Tämän lisäksi omistaja ja haltija vastaavat painelaitteille tehtävistä säädöstenmukaisista määräaikaistarkastuksista. Määräaikaistarkastus voidaan korvata tietyissä tapauksissa Tukes-ohjeen 11/2015 mukaisesti säännöksiä noudattamalla.

12.2 Ensimmäinen määräaikaistarkastus

Ensimmäinen määräaikaistarkastus tehdään käyttöönoton yhteydessä. Siinä todetaan painelaitteen riittävä turvallisuus, jotta se voidaan ottaa käyttöön. Sellaiset painelaitteet, jotka voivat aiheuttaa suurta vaaraa, on käyttöönottoaiheessa myös rekisteröitävä. Rekisteröidyille painelaitteille tehdään määräajoin tarkastuksia, joiden tarkoituksena on varmistaa, että painelaite on kunnossa ja sitä voi käyttää turvallisesti. Rekisteröidyn painelaitteen tiedot toimitetaan Tukesin painelaiterekisteriin. (Tukes Opas 2018, 14)

12.3 Määräaikaistarkastus

Päätös painelaiteturvallisuudesta (953/1999) 18. §:n tarkoittama painelaitteen määräaikaistarkastus voidaan korvata painelaitteiden seurannalla Tukes-ohjeen 11/2015 painelaitteiden seuranta mukaisesti. Säännöksen tarkoitus on, että painelaitteen omistaja tai haltija sopivat hyväksytyn tarkastuslaitoksen kanssa seurantamenettelystä, jolla varmistetaan painelaitteen turvallisuus. Painelaitteen omistaja tai haltija tekee seurantasuunnitelman sekä kirjallisen sopimuksen, minkä hyväksytty laitos tarkastaa. Tällöin seurantasuunnitelman mukaisella toiminnalla varmistetaan, että painelaitteessa tai sen varusteissa ei ole vikoja tai ominaisuuksia, jotka vaarantavat painelaitteen turvallisen käytön. Seurannalla voidaan korvata painelaitteiden sisäpuoliset tarkastukset ja painekokeet, kuten mm. putkistojen painekokeet sekä painelaitteet, joiden sisäosat estävät tarkastuksen eikä painelaitetta voida kohtuudella purkaa. Menettelyllä ei voida kuitenkaan korvata ensimmäistä määräaikaistarkastusta, käyttötarkastusta eikä muutostarkastusta. (Peltonen 2015)

13 VAARANLÄHTEDEN TUNNISTAMINEN

Suurimman vaaran aiheuttavat vuototilanteissa ne hajuttomat, ilmaa raskaammat kaasut, jotka kerääntyvät säiliöiden pohjalle, kellareihin, kaivantoihin ja vastaaviin tiloihin. (Tulityöt, 4)

Kaasut voidaan jakaa riskien perusteella kolmeen ryhmään, joita ovat palavat, paloa ylläpitävät ja reagoimattomat/tukahduttavat kaasut. Kaasujen riskejä on esitettyinä kuviossa 7.

Kaasujen riskit

| | | Palavat | Paloa ylläpitävät | Reagoimaton /tukahduttava |
|-----------------------------|----------------------|---------|-------------------|---------------------------|
| Vaikeasti tiivistyvä | Happi O_2 | | | |
| | Typpi N_2 | | | |
| | Argon Ar | | | |
| | Helium He | | | |
| | Vety H_2 | | | |
| Helposti tiivistyvä | Hiiidioksiidi CO_2 | | | |
| | Ilokaasu N_2O | | | |
| | Nestekaasu C_3H_8 | | | |
| Imeytyvä | Asetyleeni C_2H_2 | | | |

Kuvio 7. Kuvio kaasujen riskeistä (Oy AGA Ab. Kurssi nro. 101).

Muita vaaranlähteitä ovat

- sallitun lämpötilan ylittyminen tai alittuminen tai haitallinen lämpötilan muutosnopeuden vaihtelu, esimerkiksi kaasupullon- tai paketin virheellinen sijoitus
- laitteen käyttöiän ylittyminen.
- asetyleenipullojen sisäpuolisen massan irtoaminen, jolloin tapahtuu sisäistä lämpenemistä joka aiheuttaa itsesyttymisvaaran ja pahimmassa tapauksessa räjähdysvaaran.

- säiliöiden kohdalla suurimat vaaratekijät aiheutuvat ylipaineesta, lumikuormasta, tuulesta ja routimisesta.
- ulkopuoliset värähtelyt ja tärinät voivat vaikuttaa verkoston tukiin ja kiinnityksiin irrottaen niitä.
- kaasunjakeluverkoston virheellinen käsittely tai huolimattomuus.
- rikkinäiset varolaitteet (takaiskusuoja, ylipaineventtiilit jne.).
- virheellinen asennus.
- pullon tai pullopaketin huolimatonta vaihtoa.

14 LASERKAASUVERKOSTON ERIKOISHUOMIOT

Penttilän (2018) mukaan laserjärjestelmä vaatii suuria investointeja, jolloin on syytä kiinnittää erityistä huomiota toimintatehokkuuteen ja kaasujen pysymiseen puhtaina koko prosessin ajan. Yllättävät häiriötilanteet maksavat paljon, ja siksi suunnittelijan onkin tärkeää suunnitella verkosto siten, että tilanteita, jolloin verkoston toiminnan johdosta tulee keskeytys prosessiin, pystyttäisiin minimoimaan mahdollisimman pieneksi. Kaasut ja koko jakelujärjestelmä ovat erittäin tärkeässä roolissa, sillä pienetkin epäpuhtaudet ja puutteet heikentävät työn laatua ja vaikuttavat tuottavuuteen. Putkien materiaalit, liitokset (liitostavat) ja verkostoon liitettyjen osien täytyy olla nimenomaan puhtaille kaasuille tarkoitettuja. Myös virtaukset ja paineet on otettava huomioon. Kun työkaasuna on typpi, niin paineet liikkuvat usein välillä 25-32 bar (max) ja hapen ollessa kyseessä paineet ovat luokkaa 13-18 bar (max). Hapella toimitaan myös alhaisissa alle 1 bar:n paineissa, mikä aiheuttaa erityistä huomiota säätimen mittatarkkuuteen. Leikkaustypen säätimen on oltava yli 30 bar ja virtauskapasiteetin minimissään 60 m³/h. Hapessa täytyy lisäksi muistaa paineisen hapen käyttäytyminen öljyn ja rasvan kanssa (räjähdysmäinen palo).

Resonaattorikaasujen säätimet tulee säätötarkkoja (mieluiten kaksivaiheisia) ja niiden pitää olla varustettuna metallisilla kalvoilla sekä tasaisella työpaineella. Yleisin tapa on toimia siten, että käytetään kahta säädintä. Ensimmäinen säädin on kaasukeskussäädin ja toinen säädin on ottopistesäädin. Lisäksi resonaattorikaasujen säätimissä tulisi olla huuhtelutoiminto, jolla saadaan pullonvaihdon yhteydessä letkuun ryömineet epäpuhtaudet pois, kuten vieraat kaasut ja pöly. Järjestelmään pitää asentaa myös suodattimia (hiukkassuodattimia) pullosäätimeen ja ottopisteeseen. Putken verkostomateriaaliksi putken suositellaan ruostumatonta terästä, ja joissakin tapauksissa ns. sairaalalaadun kupariputki on sallittu. Putken kokoa valittaessa on tärkeintä muistaa tarvittava maksimi kaasuvirtaus, ja painehäviöt on myös muistettava ottaa huomioon. (Penttilä 2018)

Ruostumattoman putken liitokset ovat suositeltavinta hitsata orbitaali-TIG-hitsauksella juurensuojakaasun kanssa. Kovajuottamalla liitettävät kupariputket on syytä muistaa myöskin suojata juurensuojakaasulla, koska kuparioksidit ovat erittäin

haitallisia laserin peileille ja elektrodeille. Lyhyissä verkostoissa on mahdollista käyttää myös puristushelmiliitoksia (kaksoishelmi). Ruuviliitoksin yhdistettäviä liitostapoja ei saa käyttää. Letkuilla tehdyt linjat eivät ole missään tapauksessa suositeltava keino diffuusio-ongelmien vuoksi. Jos letkua kuitenkin joudutaan jostain syystä käyttämään, on suositeltavin materiaali polyetyleni. Yleisin virhe laserverkostossa ovat vuotavat liitokset, jolloin diffuusion vaikutuksesta verkostoon pääse sellaisia aineosia jotka vahingoittavat konetta tai prosessia. (Penttilä, 2018)

15 YHTEENVETO

Lakien, määräysten, ohjeiden ja nopeasti muuttuvien standardien läpi kahlattua voi keskeisimmäksi asiaksi nostaa turvallisuuden ja käyttövarmuuden varmistamisen. Yhteistyön tärkeyttä tilaajan, suunnittelijan, kaasuntoimittajan ja viranomaisten välillä ei voi vähätellä, koska heistä jokainen omalla alallaan ovat alansa parhaita asiantuntijoita. Suunnitteluvaiheen alussa yhdessä tehdyt oikeat päätökset tuovat sekä käyttövarmuutta että käyttöturvallisuutta koko kaasuverkoston käyttöiän ajaksi. Puhumattakaan sitä rahallisesta säästöstä, mikä näillä edellä mainituilla asioilla saadaan aikaan, kun turhilta töiltä ja viivytyksiltä vältytään.

Suuri osuus verkoston onnistumiseen on myös kaasuverkoston asentajilla, sillä kaasuverkoston asennustyö eroaa hyvin paljon perinteisestä LV-asennuksesta. Turvallisuustietoisuus alihankintaketjussa saattaa olla hyvinkin puutteellista, eikä työn jälki vastaa vaadittua tasoa mikä kaasuverkostolle vaaditaan, vaikka pyrkimyksenä on ollut hyvän konepajakäytännön mukainen suoritus. Suunnitelmia tehdessä ja toteutusta valvoessa on muistettava, että lainsäädäntö määrittää vain minimivaatimukset turvallisuudelle.

LÄHTEET

A N:o 1907/2006. REACH-asetus 2006. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista.

ATEX 917/1996. Asetus räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä.

Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. TUKES opas. [Viitattu 11.4.2018]. Saatavana: http://tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Kemikaaliputkistojen_turvallisuusvaatimukset.pdf

Käyttöturvallisuustiedote Asetyleeni, liuotettu. Julkaistu 10.7.2013. Oy AGA Ab. [Verkkosivu]. Päivitetty 4.10.2017 [Viitattu 24.4.2018] Saatavana: http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/Asetyleeni%2C%20liuotettu_1.1_FI_634_447857.pdf?v=2.0

L 1144/2016. Painelaitelaki. 2016.

L 189/174 PED 2014/68/EU. Painelaitedirektiivi.

OVA-ohje 6.11.2017. Asetyleeni. [Verkkosivu] Työterveyslaitos. [Viitattu 30.3.2018] Saatavana: <http://www.ttl.fi/ova/asetyleeni.html>

Oy AGA Ab. 2011. Gas supply equipment for industrial gas installations.

Oy AGA Ab. Kaasujen turvallinen käsittely. Koulutusmateriaalit. [Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.]

Oy AGA Ab. Kurssi nro. 101. Koulutusmateriaalit. [Vain yrityksen sisäiseen käyttöön]

P 938/1999. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista.

Peltonen. K. & Rantakoski. P. 13.11.2015. [Verkkosivu] Tukes-ohje 11/2015. Tietopalvelu [Viitattu 30.3.2018] Saatavana: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/3Painelaitteet/Tukes-ohje-112015-Painelaitteiden-seuranta/>

Penttilä, J. 2018. Piiripäällikkö. Oy AGA Ab. Haastattelut 2018.

SFS 3359. Asetyleeni. Varastointi ja tekninen käyttö. 1993. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS 3701. Putkistojen merkintä virtaavien aineiden tunnuksin. 1995. Tunnusvärit ja -kilvet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS 5900. Tulitöiden paloturvallisuus. 2016. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 13480. 2015. Metalliset teollisuusputkistot. 2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät. 2006. Toinen painos. Helsinki: Kemianteollisuus ry.

Teollisuuskaasut. 2018. Turvallisuus ja terveys. Kaasujen käyttöön liittyvät riskit. [Verkkosivu]. Oy AGA Ab. [Viitattu 30.3.2018]. Saatavana: http://www.aga.fi/fi/safety_health_en/gas_risks/index.html

Tukes Opas. 30.4.2018 Painelaitteiden kunnossapito. [Verkkosivu] Turvatekniikan keskus. [Viitattu 3.6.2018] Saatavana: <https://tukes.fi/documents/5470659/7929895/painelaite-kunnossapito-opas.pdf/da35cc24-6435-4c6c-be2d-b20943b472c7>

Tulityöt 2. 2006. Teollisuuskaasujen turvallinen käyttö. Helsinki: Suomen pelastusalan keskusjärjestö.

LIITTEET

Liite 1. Kaasuverkoston tuoma arvioitu rahallinen säästö (Penttilä, 2018)

Liite 2. Tarkistuslista

Liite 3. Turvallisuusohje (Oy AGA Ab)

Liite 4. Mitoitusnomogrammi (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät)

Liite 5. Painehäviö (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät)

Liite 1. Kaasuverkoston tuoma arvioitu rahallinen säästö (Penttilä, 2018)

Laskelmassa käytetty vuoden 2017 hintoja ja 12.12.2017 olevia alennuksia. Vuoden 2018 kulutukseksi on arvioitu 350 pulloa. Hitsaajan omakustanne 34 euroa/tunti, tilaajan omakustanne 42 euroa/tunti. Kulutus 3885 m³. Kaasun hinta 6 euroa/m³, jakelumaksu 0 euroa/kappale/pullo, toimitusmaksu 59,90 euroa/kerta. Oletuksena pieni noin 350 m²:nen teollisuushalli jossa on käytössä yksittäiset pullot. Aikomuksena siirtyä yksittäisistä pulloista pullopaketteihin erillisessä kaasukontissa.

| | kpl / a | min / kpl | €/ h | Yhteensä / €/ vuosi |
|----------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Pullon vaihto | 350 | 20 | 34 | 3967 |
| * 1. Tilaus säästö | 40 | 20 | 42 | 560 |
| * 2. Huokoset | 40 | 20 | 34 | 453 |
| | kpl | €/ kpl | | |
| * 3. Jakelumaksu / säästö | 350 | 0 | | 0 |
| * 4. Toimitusmaksu | 20 | 59,9 | | 1198 |
| * 5. Mittari säästö | 19 | 50 | | 950 |
| | % | m ³ / a | €/ m ³ | |
| * 6. Kaasu säästö 2 portaisuus | 7 | 3885 | 6 | 1632 |
| * 7. Kaasun säästö hinnan vuoksi | | 3885,0 | 0,41 | 1593 |
| * 8. Parantunut laatu | | | | 1500 |
| | | KPL / a | €/kpl | |
| *9. Pullovuokrat | | 0 | 0 | 0 |
| * 10. Pullovaraston tila | | | | 480 |
| Työturvallisuus | | | | 1000 |
| Paloturvallisuus | | | | 500 |
| Vuosi säästö yhteensä: | | | | 13833 |

Lisäksi ensimmäisenä vuonna ei tarvitse sijoittaa mittareihin yhtään, koska kaikki on uusittu verkoston uusimisen yhteydessä. Laskelman perusteet:

- Tilaussäästö kun tilaajan ei tarvitse jatkossa tehdä tilausta kuin noin 8 kertaa vuodessa. Jos ei ole verkostoa, niin joka viikko eli noin 48 krt vuodessa.
- Kaasu loppuu aika usein, eikä hitsaaja huomaa heti kaasun loppumista. Tällöin tulee vähän matkaa huokosia kaasusta, koska suojakaasun on

tarkoitus syrjäyttää happea. Tämän vuoksi hitsi joudutaan avaamaan ja korjaamaan. Työaikaa kuluu keskimäärin esimerkiksi 20 min.

- Pullopaketin tuonti maksaa 10 pullon tuonnin, eli jakelumaksu putoaisi huomattavasti.
- Mittareita säästyy, sillä säädintä ei irrotella pullosta, koska ne ovat seinillä kiinteästi. Laskelma perustuu siihen, että jokaisella hitsaajalla hajoaa yksi mittari vuodessa.
- Kaasun säästö perustuu siihen, että vanhassa järjestelmässä on yksiportainen virtaussäädin ja verkostossa kaksiportainen. Säästö kasvaa mitä lyhyempiä hitsejä hitsataan, jolloin saadaan tasaisemmin kaasua. Kaasu on edullisempaa isommissa pakkauksissa ostettuina.
- Laatu paranee, sillä kaasun loppumisesta ei aiheudu huokosia hitseihin.
- Säilytystilaa vapautuu, sillä irtopulloverasto pienenee. Vaikka pullo vievät lattiatilaa jokseenkin vähän, vie pullojen säilytys tilaa esimerkiksi hyllyiltä. Sen lisäksi joudutaan pullojen ympärille aina varaamaan riittävästi tilaa, jotta haku onnistuu.
- Laskettu kaavalla $10 \text{ €/m}^3/\text{kk}$ sillä ajatuksella, että tilaa vapautuisi 4 m^3 eli: $10 \text{ €/kk} * 12 \text{ kk} * 4 \text{ m}^3 = 480 \text{ €}$. Vaikka on oma tila, niin sitä joudutaan mm. lämmittämään ja valaisemaan.

Liite 2. Tarkistuslista

1. Pyydetään tiedot käytettävästä kaasusta ja siitä millaiseen käyttötarkoitukseen verkosto suunnitellaan.
2. Lasketaan kaasun vuosikulutus. Tässä vaiheessa otetaan huomioon verkoston laajentamistarve.
3. Valitaan kaasunlähde yhdessä kaasuntoimittajan kanssa.
4. Etsitään kaasukeskukselle sijoituspaikka ja tehdään sijoituspaikkasuunnitelma, mikä tarkastetaan hyväksytyllä tarkastuslaitoksella. Tässä vaiheessa tehdään yhteistyötä myös rakennusvalvonta- sekä paloviranomaisten kanssa.
5. Mitoitetaan putkisto ottaen huomioon putkiston vaatimuksenmukaisuuden arviointiin liittyvät lait, ohjeet ja standardit.
6. Ennen putkiston asennuksia huolehditaan putkiston pesusta tai tilataan jo valmiiksi pestyä putkistoa.
7. Asennustyö suoritetaan voimassa olevien säädösten ja laitetoimittajan ohjeita noudattaen. Kaasunjakeluverkostoa saa hitsata tai juottaa tähän pätevyyden hankkinut henkilö. Huomioidaan erityisesti putkiliitoksien ja -varusteiden soveltuvuus ko. kaasulle. Putkiston valmistajan tulee laatia vaatimustenmukaisuusvakuutus asiakirja.
8. Suoritetaan putkiston puhtaaksi puhallus, painekoe, tiiveyskoe, puhtaustarkastus ja toimintatarkastus. Huolehditaan, että käyttöohjeet ja merkinnät ovat riittävästi ja asiallisesti tehty.
9. Suoritetaan loppudokumentointi.
10. Käyttöönotto, kunnossapito ja tarkastuksista huolehtiminen.

Alla lueteltuna keskeisimmät viranomaismääräykset.

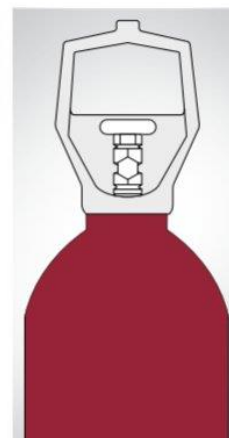
- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisesta käsittelystä 390/2005
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä 59/1999
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015)
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012)
- Painelaitelaki 869/1999
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista 938/1999
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös paineturvallisuudesta 953/1999
- Sähköturvallisuuslaki 410/1996
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 1193/1999
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996
- Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 576/2003
- Tuotevastuulaki 694/1990
- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Pelastuslaki 486/2003
- ATEX 917/1996 Asetus räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä
- ATEX 918/1996 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä
- ATEX 1999/92/EY työolosuhde Direktiivi
- 576/2003 Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta
- Standardit
- TUKES-oppaat

Liite 3. Turvallisuusohje (Oy AGA Ab)

→ Turvallisuusohje.

A Member of
The Linde Group

AGA Turvallisuusohje. Asetyleeni C_2H_2



Asetyleeni C_2H_2

Ominaisuudet

Asetyleeni on väritön kaasu, jonka haju muistuttaa valkosipulin hajua. Se on hivenen kevyempää kuin ilma. Asetyleenillä on nukuttava vaikutus ja suurissa pitoisuuksissa se on tukahduttavaa. Asetyleeni sisältää myös pieniä määriä vetysulfiittia, arsiinia ja fosfiinia, joten sen hengittämistä suurissa pitoisuuksissa tulisi välttää. Asetyleeni on erittäin helposti syttyvä ja palava kaasu. Jo 0,6 barin ylipaineissa asetyleeni saattaa hajota alkuaineikseen hiileksi ja vedyksi. Hajaantuminen saattaa tapahtua räjähdysnomaisesti. Asetyleeniä käytetään laajalti poltтокаasuna sen korkean energiasisällön takia.

Palo- ja räjähdysvaara

Asetyleenin ja ilman tai hapen seokset vapauttavat sytytettyinä suuria energiamääriä kuumuutena tai räjähdysvoimana. Syttymisrajat ilmassa, ilmakehän paineessa, ovat 2,3 % ja 82 til-%:n välillä. Tarvittava sytytysenergia on erittäin pieni, esim. staattinen kipinä saattaa sytyttää asetyleeniseoksen. Kipinointi on poistettava asetyleenilaitteiden ja rakennusten kunnollisella maadoituksella sekä valitsemalla sopivat asetyleenille sopivat Ex-suojatut sähkölaitteet.

Varastointi ja käyttö

Asetyleeniä käytettäessä ja varastoidessa on huolehdittava riittävästä tuuletuksesta ja otettava huomioon tilaluokitusmääräykset sähkölaitteiden osalta. Avotulenteko ja tupakointi on ehdottomasti kielletty.

Materiaalin valinta

Kaikkien käytettävien materiaalien, mukaan lukien eimetalliset osat kuten venttiilitulpat, tiivisteet ja kalvot, on oltava asetyleeniä ja sen liuotteita kestäviä. Asetyleeniputkistojen tulee olla teräksestä. Osia, jotka on valmistettu hopeasta, kuparista tai metalliseoksesta, joissa on enemmän kuin 65 % kuparia, ei saa käyttää räjähtävien asetylidien muodostumisvaaran takia.

Asetyleenipullot

Asetyleenikaasu on pulloissa liuotettuna asetoniin ja turvallisuussyistä pullo on lisäksi täytetty huokoisella massalla. Pullon maksimipaine massatyyppistä riippuen on 15–18 baria +15°C lämpötilassa.

Toiminta vaaratilanteissa

1. Vuotava pullo

- vältä kosketusta ulosvuotavaan kaasuun
- jos mahdollista ja turvallista, sulje pulloventtiili

Jos se ei ole mahdollista

- siirrä pullo mieluummin ulkotilaan kauaksi kaikista sytytyslähteistä
- anna paineen poistua pullost, eristä ympäristö ja kiellä pääsy asiattomilta
- ilmoita kaasun toimittajalle

2. Asetyleenipullo, jossa venttiilipalo

→ jos mahdollista ja turvallista, sulje pulloventtiili

Jos se ei ole mahdollista

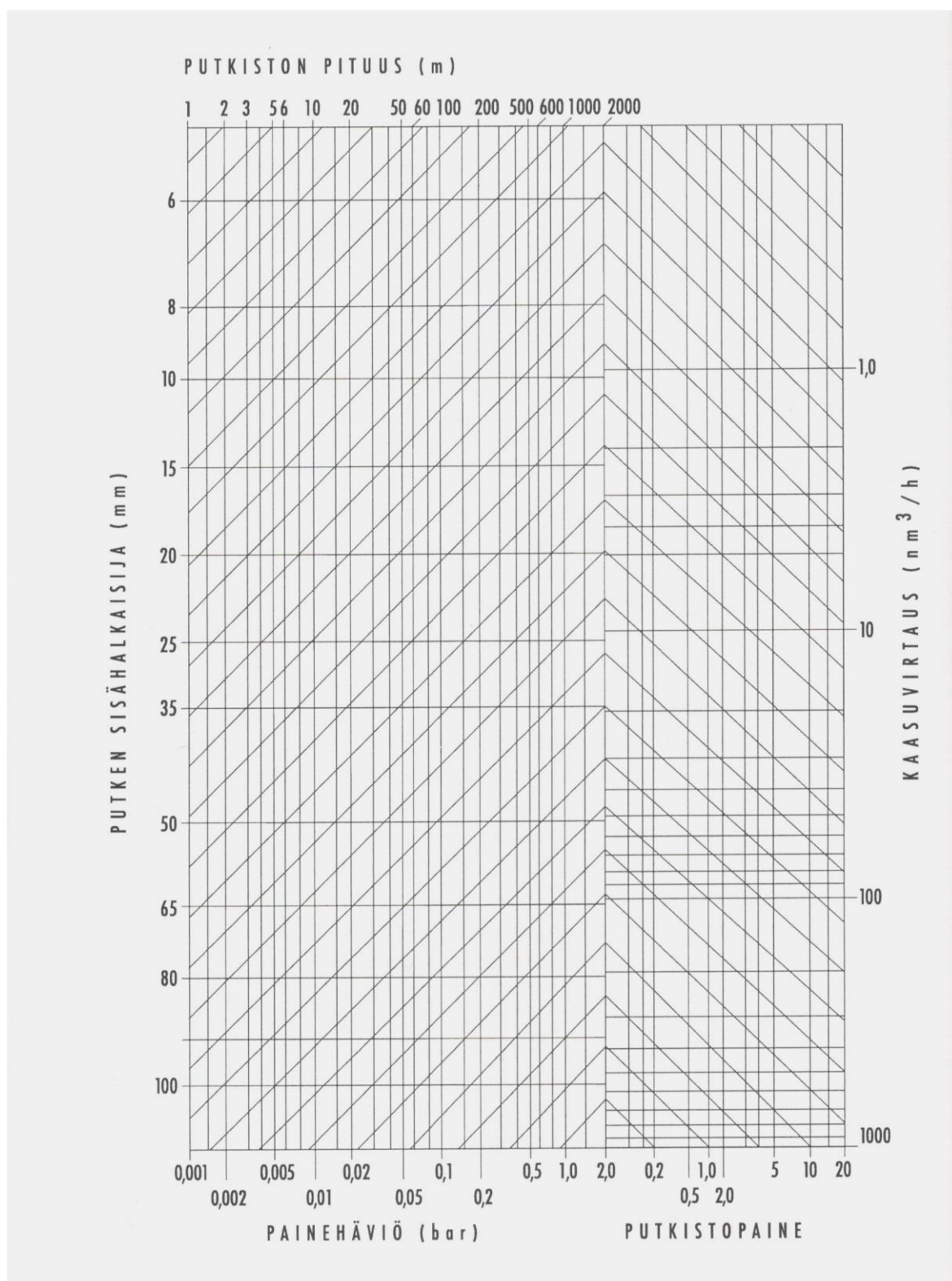
- liekkiä ei saa sammuttaa, sillä ulosvuotava kaasu voi aiheuttaa räjähdysten
- hälytä palokunta
- evakuoi alue ja kiellä pääsy asiattomilta
- pidä pullot ja ympärillä olevat laitteet kylminä suihkuttamalla niitä vedellä suojatusta paikasta
- pienempien palojen sammutukseen voidaan käyttää jauhe- tai hiilidioksidisammutinta. Valvo, ettei vuotava kaasu pääse syttymään uudelleen. Siirrä pullo eristetylle alueelle
- jäähdytä pulloa vesisuihkulla liekkiä sammuttamatta suojatusta paikasta
- ota yhteys kaasun toimittajaan lisäneuvojen saamiseksi

3. Kuuma pullo



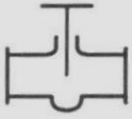

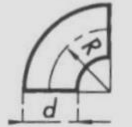

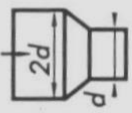
Jos asetyleenipulloa on kuumennettu vahingossa tai se kuumenee takatulen seurauksena, on toimittava seuraavasti:

- sulje pulloventtiili
- jäähdytä kuumentunutta pulloa vähintään 1/2 tunnin ajan vesisuihkulla, kunnes pullon pinta pysyy kosteana. Siirrä tämän jälkeen pullo turvalliseen paikkaan, missä sitä voidaan jäähdyttää edelleen ainakin 24 tunnin ajan tai upota se veteen. Kuumaa pulloa ei saa siirtää
- hälytä aina palokunta ja evakuoi alue
- pyydä lisäneuvoja kaasun toimittajalta

Liite 3. Mitoitusnomogrammi (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät)



Liite 4. Painehäviö (Teollisuuskaasujen keskusjakelujärjestelmät)
P A I N E H Ä V I Ö (b a r)

| Venttiilit, ym. | | Vastaava pituus, m | | | | | | |
|------------------------|---|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | | Sisähalkaisija, mm | | | | | | |
| | | 20 | 25 | 40 | 50 | 80 | 100 | 125 |
| Istukka- venttiili |  | 2-4 | 3-6 | 5-10 | 7-15 | 10-25 | 15-30 | 20-50 |
| Kalvo- venttiili |  | 1.0 | 1.2 | 2.0 | 3.0 | 4.5 | 6 | 8 |
| Luisti- venttiili |  | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| T-haara tai T-käyrä |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 10 | 15 |
| Putkikäyrä $R = d$ |  | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Putkikäyrä $R = 2d$ |  | 0,1 | 0,15 | 0,25 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 |
| Putkikartio |  | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 |